

**Centre de coopération
Internationale en
Recherche
Agronomique pour le
Développement**

**CIRAD
Forêt**

DIRECTION DE NOUVELLE-CALÉDONIE – Mandat de Gestion – Convention Cadre du 2 septembre 1991

**RAPPORT FINAL SUR L'ETUDE
DU COMPORTEMENT D'ESPECES ENDEMIQUES
ET INTRODUITES SUSCEPTIBLES D'ETRE UTILISEES
POUR LA REVEGETALISATION DES STERILES**

J.M. SARRAILH*, L. DESVALS, S. MERCKY****

*** CIRAD-Forêt / Nouvelle-Calédonie, ** CIRAD-Elevage / Nouvelle-Calédonie**

Novembre 1997



Convention INCO-OCEANIE / CIRAD "Mandat"

**RAPPORT FINAL SUR L'ÉTUDE DU
COMPORTEMENT D'ESPÈCES ENDÉMIQUES
ET INTRODUITES SUSCEPTIBLES D'ÊTRE UTILISÉES POUR
LA REVÉGÉTAILISATION DES STERILES**

J.M. SARRAILH*, L. DESVALS, S. MERCKY****

* Cirad/Forêt, Nouvelle-Calédonie; ** Cirad/Elevage, Nouvelle-Calédonie.

Novembre 1997

AVANT-PROPOS

Le CIRAD s'est engagé à réaliser pour la Société INCO-Océanie l'étude des espèces et des techniques permettant la revégétalisation des stériles de la future usine (projet Goro Nickel).

Ce rapport fait le point des travaux réalisés et des premiers résultats obtenus après les quinze mois d'étude, comme convenu dans la convention signée le 24 juillet 1996.

1. INTRODUCTION

La société INCO a pour objectif de mettre sur pied en Nouvelle-Calédonie un complexe industriel intégré de production de nickel et de cobalt basé sur l'exploitation des latérites pauvres du gisement de Goro. Pour exploiter de manière économiquement rentable ces latérites, cette société a mis au point un procédé hydrométallurgique faisant intervenir de l'acide sulfurique pour dissoudre le nickel et le cobalt.

Afin d'aboutir à un projet qui soit pleinement respectueux de l'environnement, cette société a demandé au CIRAD de mettre au point les techniques permettant la revégétalisation des déchets revenant de l'usine de traitement. L'originalité de cette démarche tient au fait que cette étude précède l'exploitation du gisement. Pour travailler sur les déchets, il a fallu les faire venir depuis l'usine laboratoire au Canada.

Le CIRAD (Départements Forêt et Elevage) en Nouvelle-Calédonie, en collaboration avec les Laboratoires de l'ORSTOM (Agro-pédologie, Botanique et Microbiologie) a déjà acquis un ensemble de connaissances à partir des travaux menés sur les milieux difficiles des sols du sud et les décharges minières (peu fertiles avec des toxicités en nickel et en manganèse). Il a donc mis en place un protocole permettant d'apporter aux dirigeants du projet des éléments et des pistes de réflexion sur les actions à mener en matière de réhabilitation des cellules remplies de déchets : définir les espèces à semer, leur mode d'implantation et les moyens d'améliorer la structure et la texture du substrat.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2. 1 Choix des substrats

Les stériles ont été produites en laboratoire au Canada. Il est bon de rappeler que la méthode employée fait intervenir de l'acide sulfurique et que pour être utilisables, elles ont donc été neutralisées dans un premier temps par du calcaire PN (Partial Neutralisation) et ensuite avec de la chaux (Neutralisation Complète).

Les stériles, dès leur arrivée à Port-Laguerre, ont été séchées à l'air libre. Vu leurs caractéristiques particulières, certains substrats (matière organique, gravillons...) ont été ajoutés afin d'en améliorer la structure, la texture et les caractéristiques chimiques. De cette manière, six mélanges (n°1 à 3 sans matière organique, n°4 à 6 avec matière organique) ont été testés; le témoin (n°7) ayant été réalisé avec de la terre de pépinière. Ces sept « sols » ont ensuite été placés dans des tubes en PVC (150 ml) puis rangés dans des supports en polystyrène (50 PVC); le tout se trouvant sous ombrière. Pour mettre en place ce protocole, il a fallu tenir compte de la quantité limitée de stériles, car les stériles contenus dans les bidons avaient rendus beaucoup d'eau par décantation, et sachant qu'aucune production supplémentaire n'était prévue à court terme.

La seconde étape consiste à faire germer les graines dans des bacs de semis (mélange : terre de pépinière + sable). Chaque plantule est alors placée dans le tube en PVC préalablement rempli d'un des 7 mélanges (S1 à S7). L'alimentation hydrique des plantes est assurée

par un réseau de mini-asperseurs, apportant deux fois par jour des quantités constantes d'eau, correspondant à une pluviométrie de l'ordre de 300 mm/mois.

Une fois les mélanges réalisés, ils ont été analysés (granulométrie, chimie, rétention de l'eau, capacité d'échange..., en annexe).

Les substrats à tester sont au nombre de sept :

| <u>Nom du mélange</u> | <u>Composition du mélange</u> |
|-----------------------|------------------------------------|
| S1 | NC (80%) + PN (20%) |
| S2 | S1 (30%) + Latérites rouges (70%) |
| S3 | S1 (30 %) + Gravillons (70%) |
| S4 | S1 (90%) + Matière organique (10%) |
| S5 | S2 (90%) + Matière organique (10%) |
| S6 | S3 (90%) + Matière organique (10%) |
| S7 | Témoin (sol de pépinière) |

Les substrats ont fait l'objet d'analyses pédologiques (mesures granulométriques, pouvoir de rétention de l'eau et chimiques (annexe)

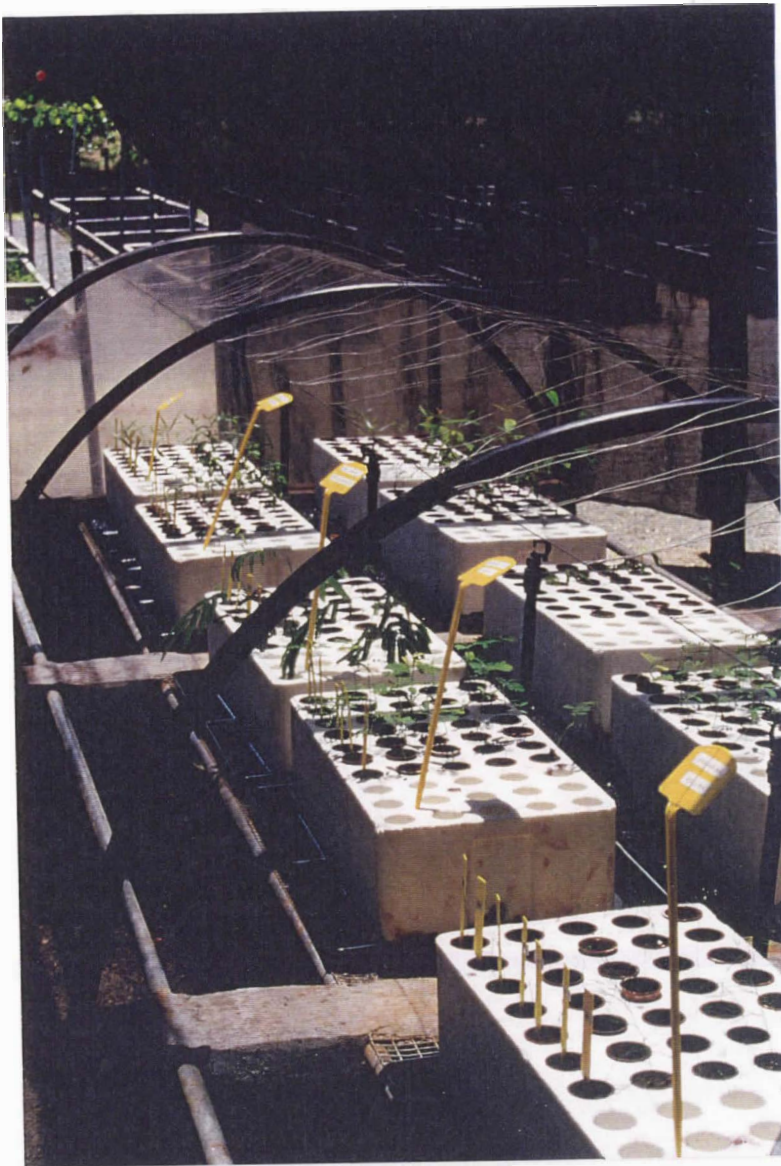
2.2 Choix des plantes :

Le choix des espèces végétales à tester devait comporter des espèces endémiques à la région ou au Territoire et des espèces herbacées et ligneuses permettant une production commerciale. En tout état de cause, un soin particulier doit être pris quant à la définition d'un itinéraire technique permettant la réussite des espèces endémiques. De ce fait dans le projet initial 20 espèces végétales avait été ainsi choisies.

Tous les espèces végétales prévues au départ n'ont pu être testées faute d'avoir les plantules disponibles rapidement. Aussi dans cette première partie de l'expérimentation, 12 espèces ont d'abord été testées, puis 3 Araucariacées et enfin 2 Mimosacées. Un protocole particulier a été mis en place pour les espèces choisies pour la deuxième partie de l'expérimentation, qui sont des plantes introduites pour une valorisation économique. Pour ces espèces, au nombre de 5, seuls trois substrats sont testés : S1, S2 (S1 + Matière Organique) et S3 (Témoin).

ENDEMIQUES OU AUTOCHTONES

| Code | Type | Famille | Nom latin | Nom vernaculaire, commun ou cultivar |
|--------|----------|---------------|---------------------------|--------------------------------------|
| 21 | Arbustif | Mimosaceae | Acacia spirorbis | Gaïac |
| 3 | Arbustif | Myrtaceae | Carpolepis laurifolia | Faux-Teck |
| 4 | Arbustif | Proteaceae | Grevillea exul rubiginosa | |
| 5 | Arbustif | Casuarinaceae | Gymnostoma deplancheanum | |
| 14 | Arbustif | Casuarinaceae | Casuarina collina | Bois de fer |
| 7 | Arbustif | Rhamnaceae | Alphitonia neocaledonica | Pommaderis |
| 13 | Arbustif | Araucariaceae | Araucaria luxurians | |
| 13 bis | Arbustif | Araucariaceae | Araucaria nemorosa | |
| 5 | Arbustif | Araucariaceae | Agathis ovata | Kaori |



1 - Vue de l'expérimentation



2 - Sesbania sesban

INTRODUITES

| Code | Type | Famille | Nom latin | Nom vernaculaire, commun ou cultivar |
|------|----------|-------------|---------------------------|--------------------------------------|
| 19 | Arbustif | Mimosaceae | Sesbania sesban | |
| 12 | Arbustif | Mimosaceae | Calliandra calothyrsus | |
| 24 | Arbustif | Mimosaceae | Paraserianthes falcataria | Albizia |
| 15 | Arbustif | Mimosaceae | Acacia auriculiformis | |
| 10 | Arbustif | Myrtaceae | Eucalyptus robusta | Acajou des marais |
| 8 | Herbacée | Poaceae | Brachiaria decumbens | Signal |
| 16 | Herbacée | Poaceae | Cynodon dactylon | Chiendent |
| 9 | Herbacée | Poaceae | Chloris gayana | Rhodes grass |
| 20 | Herbacée | Poaceae | Vetiver zizanioides | Vétiver |
| 18 | Herbacée | Poaceae | Sorghum bicolor | Sorgho |
| 17 | Herbacée | Legumineuse | Stylosanthes scabra | Séca |

VALORISATION ECONOMIQUE

| Code | Type | Famille | Nom latin | Nom vernaculaire, commun ou cultivar |
|------|----------|---------------|--------------------|--------------------------------------|
| 26 | Herbacée | Poaceae | Zea mays | Maïs Hycorn 5010 |
| 27 | Herbacée | Musaceae | Musa | Bananier Williams |
| 30 | Arbustif | Sapindaceae | Nephelium litchi | Litchi local |
| 28 | Arbustif | Rubiaceae | Coffea | Caféier Hybride Catimor |
| 29 | Arbustif | Euphorbiaceae | Manihot utilissima | Manioc |

2. 3 Mesures et traitement statistique

Les mesures sont réalisées, au début, toutes les semaines et concernent:

- le taux de survie;
- la croissance des plantules (en cm);
- l'état sanitaire des plantules.

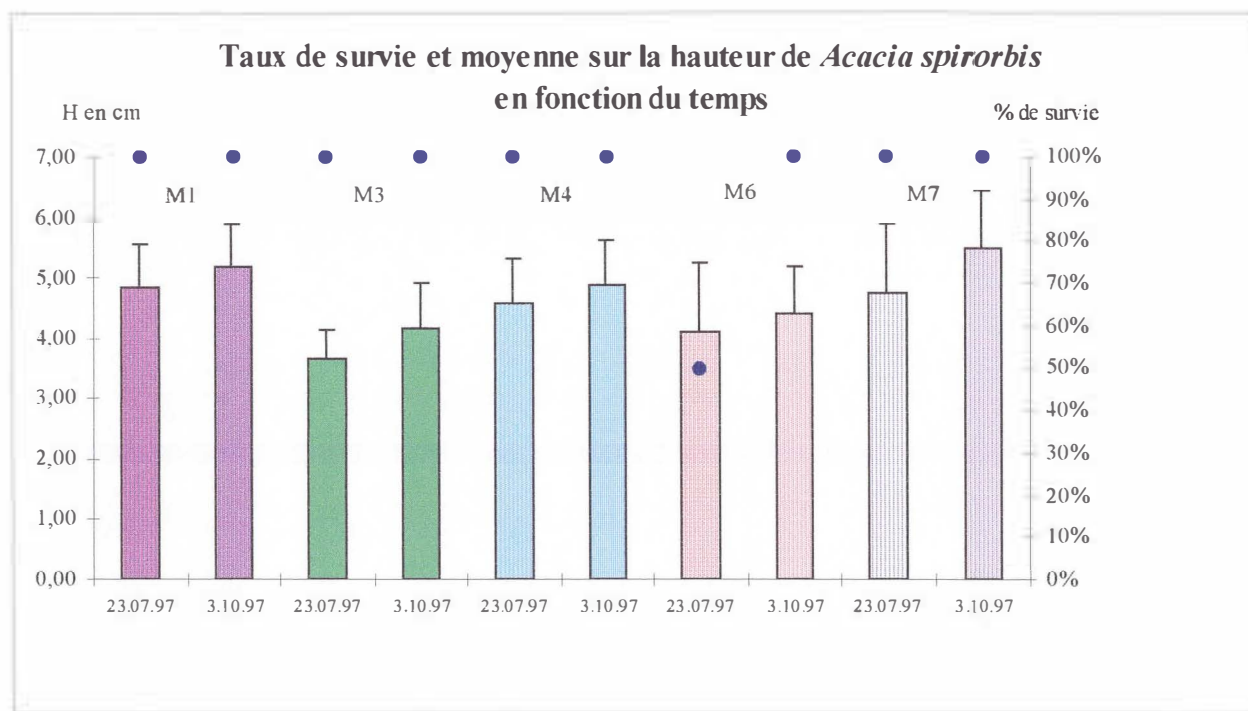
La quantification des matières sèches foliaires et racinaires des échantillons herbacés s'est faite au terme de l'expérimentation. Une analyse de variance est réalisée sur l'ensemble de ces mesures afin de déterminer l'(es) espèce(s) ainsi que le(s) substrat(s) à utiliser pour préserver le mieux l'environnement.

3. RÉSULTATS

ESPECES ENDEMIQUES OU AUTOCHTONES

Acacia spirorbis : Gaïac

Cette espèce ne se trouve qu'en Nouvelle-Calédonie. C'est un arbre à arbuste très rameux qui existe en peuplements naturels à basse altitude aussi bien sur sols miniers que sur les sols des Iles Loyauté. Il supporte des sécheresses prolongées.



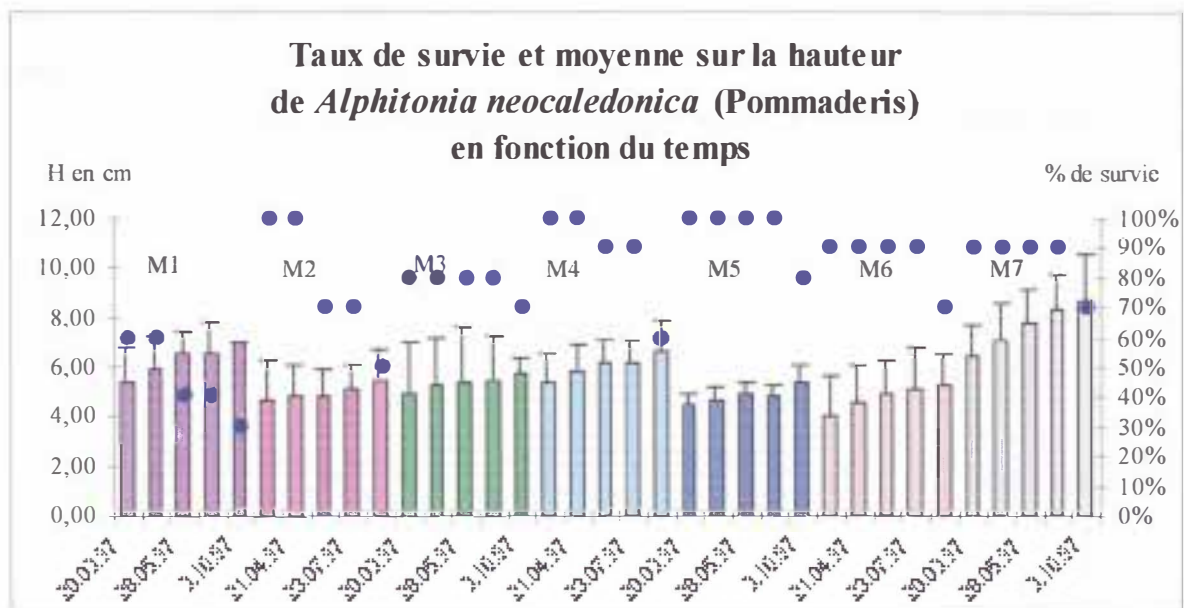
Sur cette espèce les essais sur les milieux 2 et 5 n'ont pu être réalisés faute de matériaux NC et PN. On observe un effet significatif du sol sur la hauteur et le nombre de feuilles entre le témoin et les autres substrats. Pour cette espèce plantée tardivement, on constate une assez bonne adaptation.

Alphitonia neocaledonica : Pommaderis

Cette espèce donne un arbre de taille moyenne de 10 à 12 m de haut. Elle est endémique à la Nouvelle-Calédonie. Elle se développe préférentiellement sur des sols ferralitiques ou en terrains volcano-sédimentaires jusqu'à 1000 m d'altitude. Elle possède des propriétés médicinales.

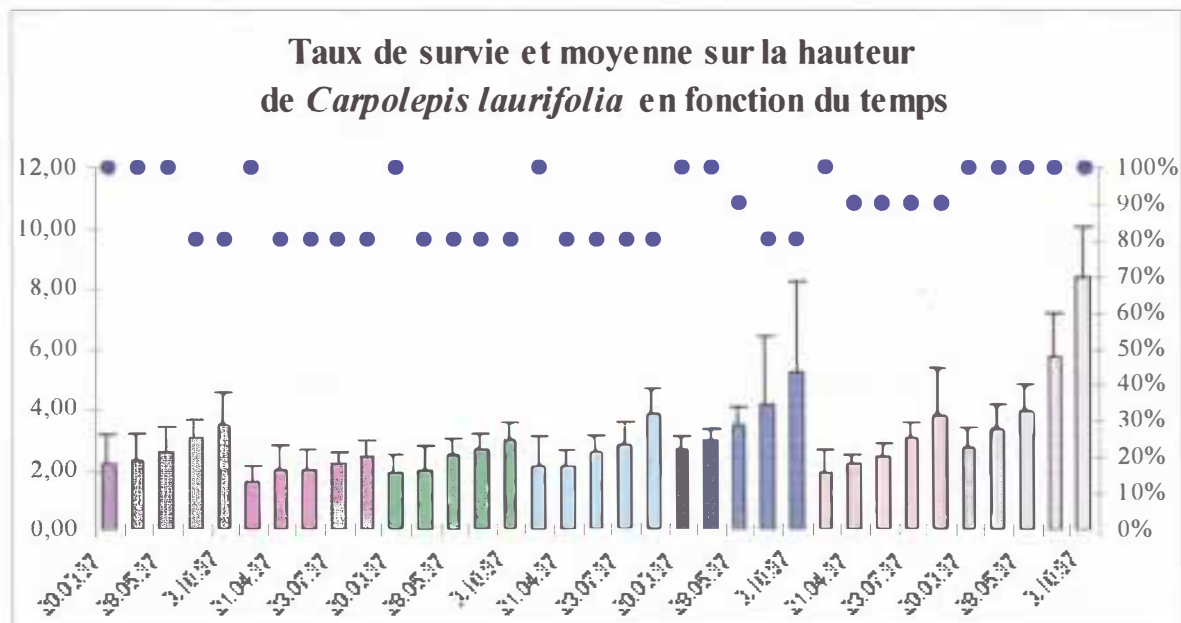
On observe un effet significatif du sol sur la hauteur, le témoin dépasse largement les autres. Pas de différences significatives observées sur le nombre de feuille. Une certaine mortalité apparaît en fin d'expérimentation.

Dans l'ensemble la croissance de cette plante est faible dans les conditions de l'expérimentation.



Carpolepis laurifolia : Faux Teck

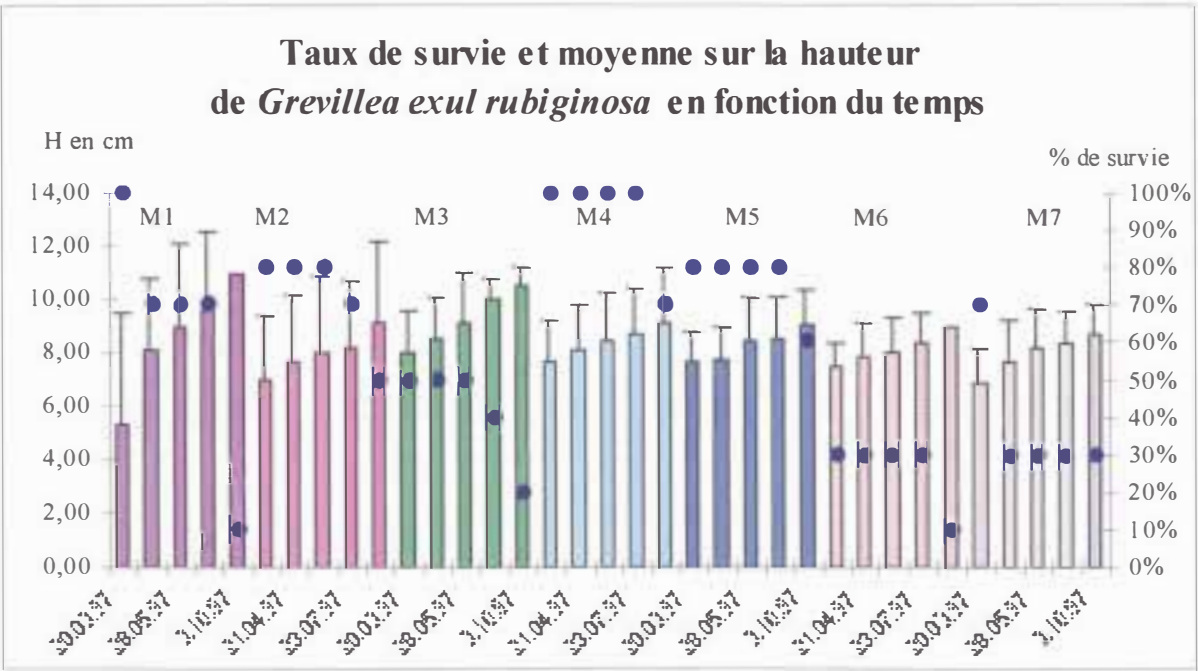
Cette espèce donne un grand arbre de 20-25 m de haut. Elle est endémique à la Nouvelle-Calédonie. Le Faux Teck se rencontre en forêt dense humide de moyenne altitude et dans les formations ouvertes. Il pousse sur sols ultrabasiques et également sur schistes.



Pas de différences significatives sur la hauteur, mais par contre une différence sur le nombre de feuilles entre le témoin et les autres milieux. Dans l'ensemble la croissance est faible.

***Grevillea exul* var. *rubiginosa* : Brosse à dents**

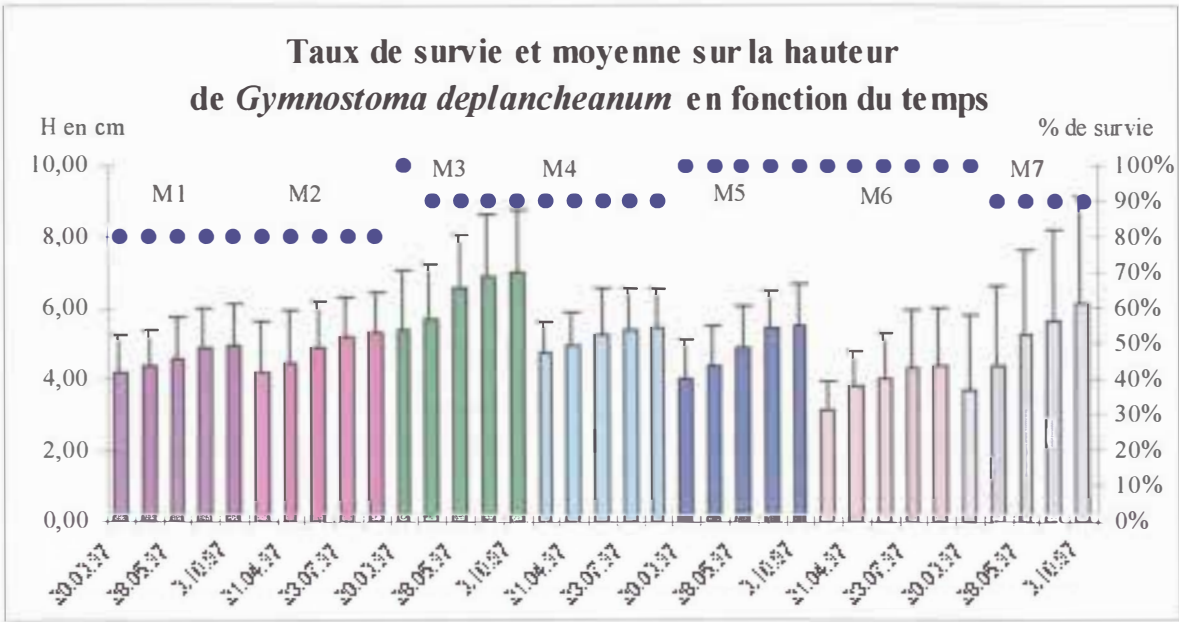
C'est un arbuste pouvant atteindre 5 m de haut, endémique à la Nouvelle-Calédonie, que l'on trouve sur sols serpentiniques et ferrugineux.



On n'observe pas de différences significatives suivant les milieux. La mortalité est forte sur les milieux M6 et M7 et aussi sur le M1 en fin d'expérience.

Gymnostoma deplancheanum

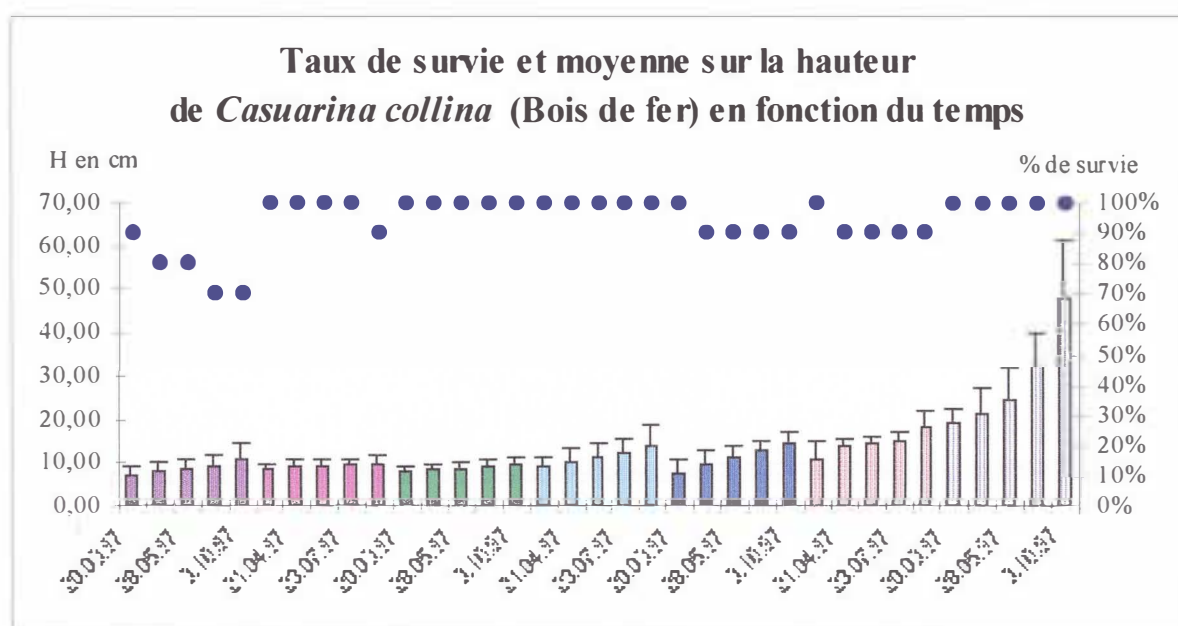
C'est un petit arbre très caractéristique de la Plaine des Lacs, endémique à la Nouvelle-Calédonie. Il pousse sur des sols ferralitiques acides, plus ou moins indurés. Il constitue des peuplements importants dans le Massif du Sud.



Pas de différences significatives pour les hauteurs mais par contre effet sur le nombre de feuilles. La mortalité est faible. Cette espèce à croissance lente est particulièrement robuste dans des conditions de milieux difficiles.

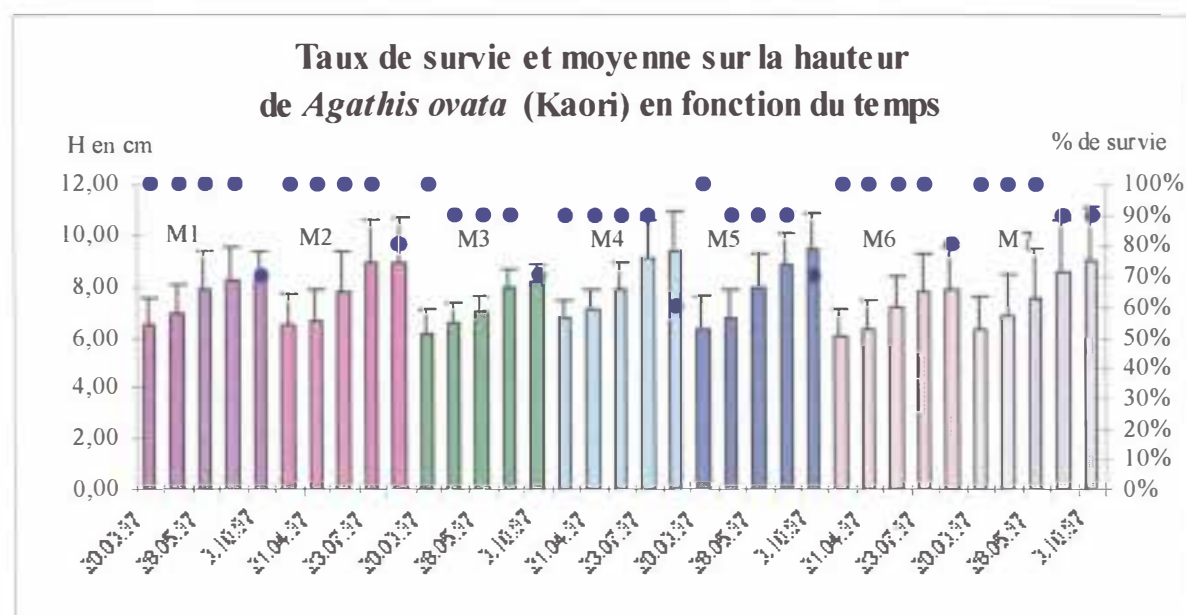
Casuarina collina : Bois de fer

Cet arbre se développe de préférence sur les sols alluvionnaires provenant des massifs ultrabasiques. Comme le *Gymnostoma* il est souvent associé à des bactéries fixatrices d'azote du genre *Frankia*.



On observe une différence significative sur la hauteur et le nombre de feuilles entre le témoin et les autres milieux. La croissance est bonne dans l'ensemble, la mortalité faible et cette espèce semble donc assez bien s'adapter.

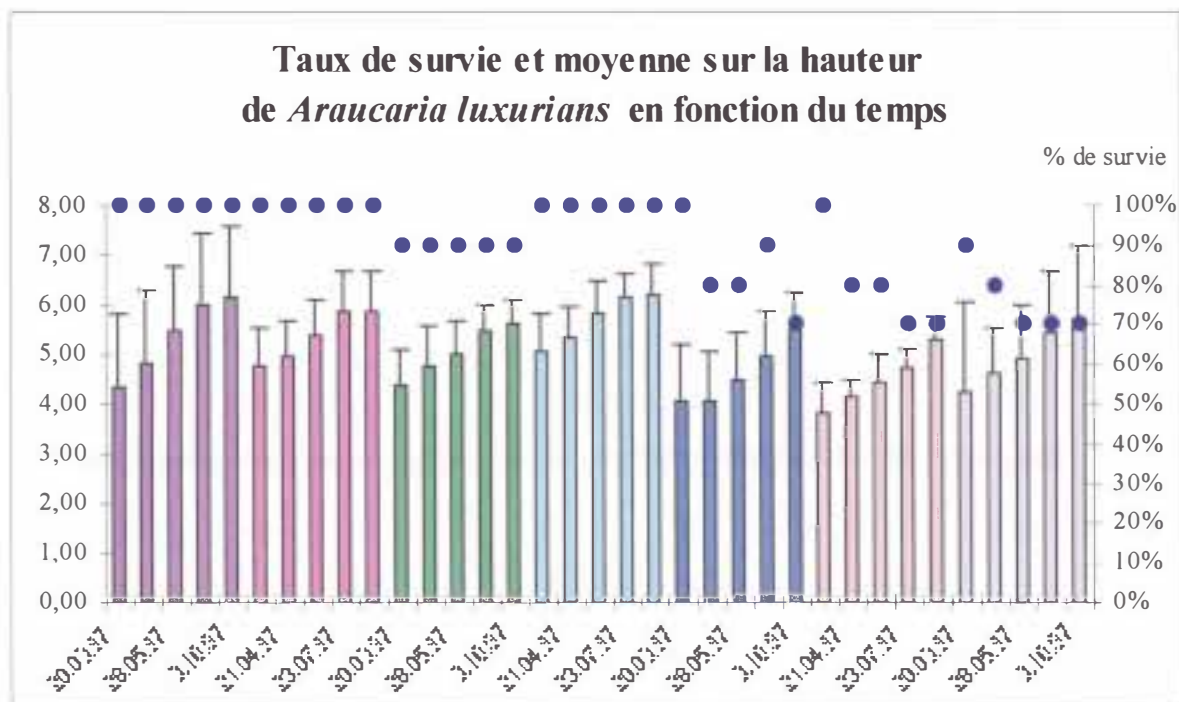
Agathis ovata : Kaori des montagnes



Ce Kaori pousse dans le maquis serpentineux sous la forme d'un arbre de taille moyenne, bas branchu et en forêt avec un fut de 30 m de haut et de plusieurs mètres de tour. C'est la seule espèce de Kaori qui ne paraisse pas typiquement forestière.

On n'observe pas de différences significatives suivant les milieux. La mortalité est faible et l'état sanitaire des plants est satisfaisant.

Araucaria luxurians



C'est un grand arbre à port colonnaire atteignant 30 m avec une cime arrondie et souvent assez dense d'où son nom. Il pousse tout près de la mer sur des falaises de serpentine en colonies massives, surtout dans le Sud. On le plante comme arbre ornemental.

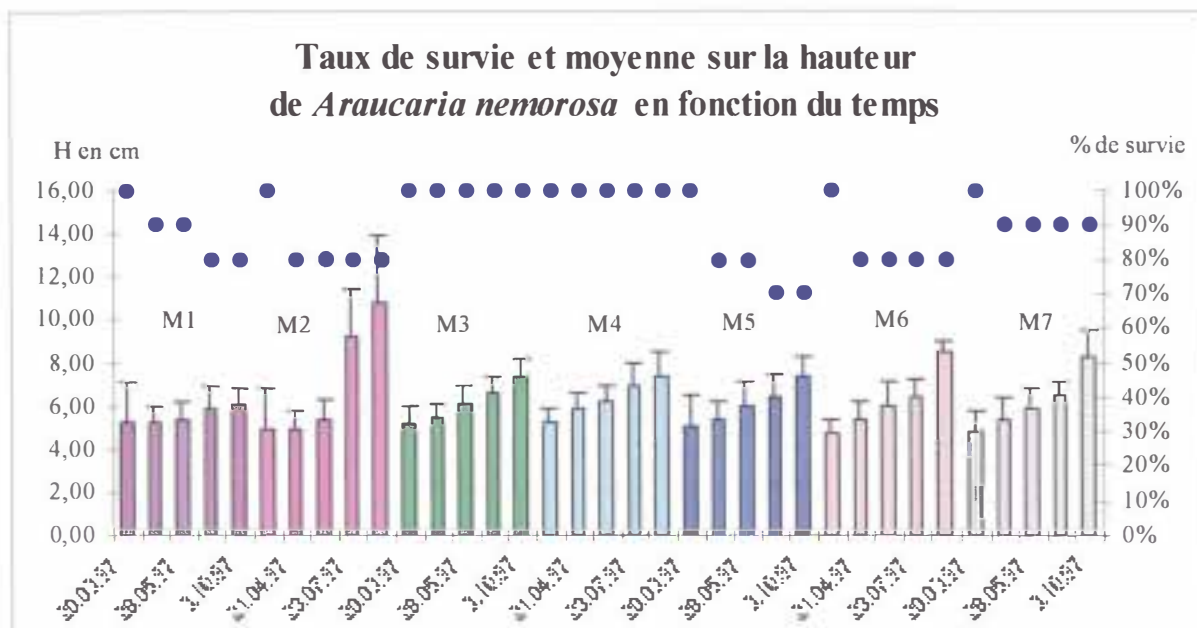
On n'observe pas de différence significatives suivant les milieux, il pousse donc aussi bien sur les substrats 1 (NC+P N) et 2 (S1+latérites), que sur les autres.

Araucaria nemorosa

C'est un arbre d'une quinzaine de mètres de haut, en sommet à cône largement obtus. Cet arbre remarquable n'est étroitement apparenté à aucune autre espèce.

Cet Araucaria ne se trouve que dans la région de Port-Boisé. C'est donc une des gymnospermes les plus rares au monde. Il mérite donc une protection dans son site naturel. Il ne pose cependant pas trop de problème en plantation (limitées actuellement à des collections).

Comme l'*Araucaria luxurians* il pousse sans problème sur tous les types de substrat testés et l'on observe donc aucunes différences significatives sur la hauteur ou le nombre de feuilles.



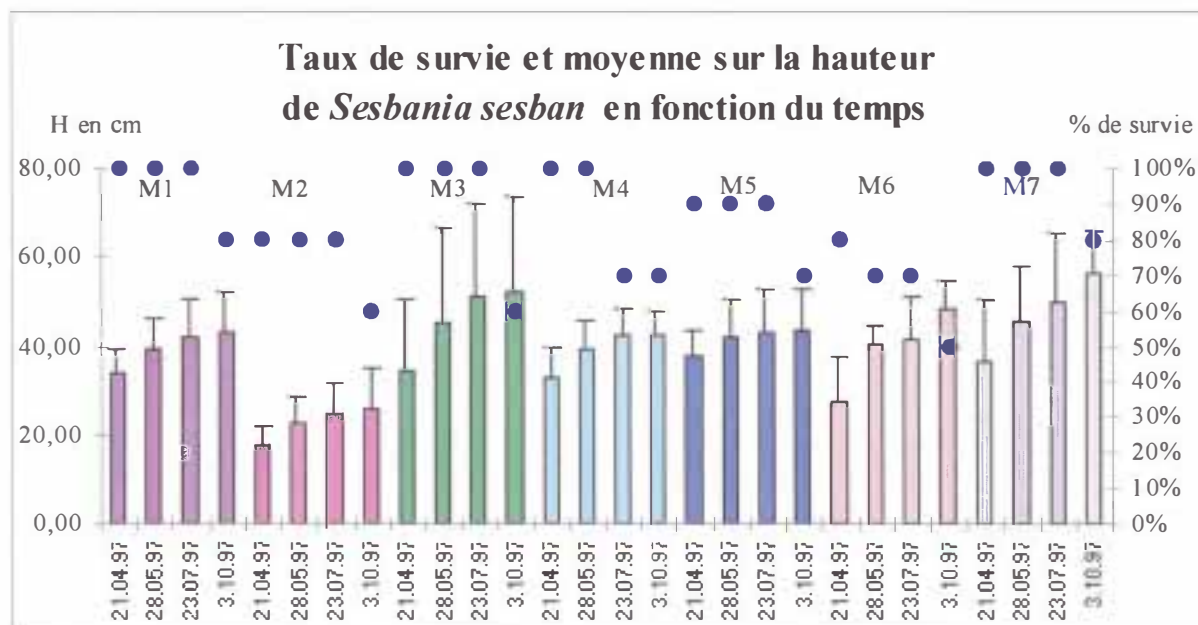
On a ainsi testé 9 espèces endémiques dont la grande majorité s'accommode des substrats proposés. Les croissances sont encore généralement modestes, mais cela tient à la faible croissance de ces espèces comme au faible volume des conteneurs utilisés ne permettant pas une bonne croissance racinaire. Un certain nombre ont été repotés dans des pots plus larges afin de permettre à ces plantes un meilleur développement.

On peut déjà affirmer que plusieurs espèces endémiques peuvent être plantées sur les stériles en provenance de l'usine laboratoire avec une bonne chance de succès. Bien sur il faudra confirmer sur des dispositifs plus vastes, les observations réalisées sur des conteneurs de 150 ml !

ESPECES INTRODUITES

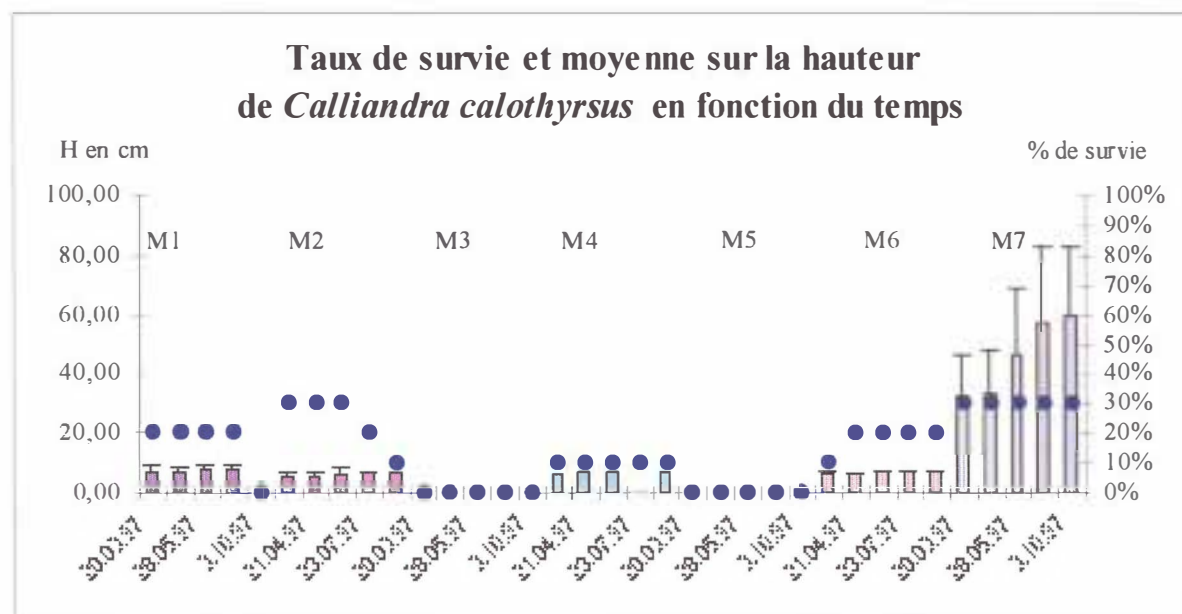
Sesbania sesban

Cette Légumineuse donne un arbuste fourrager pouvant atteindre 8 m de haut. Il pousse sur différents type de sol y compris les sols argileux, et les terres inondables. Les graines se trouve dans le commerce.



On observe un effet significatif du sol sur la hauteur et le nombre de feuilles. Les milieux 7 (témoin) et 3 (NC + PN + Gravillons) sont les meilleurs, tandis que le 2 (NC + PN + Latérites) est le pire.

Calliandra calothyrsus

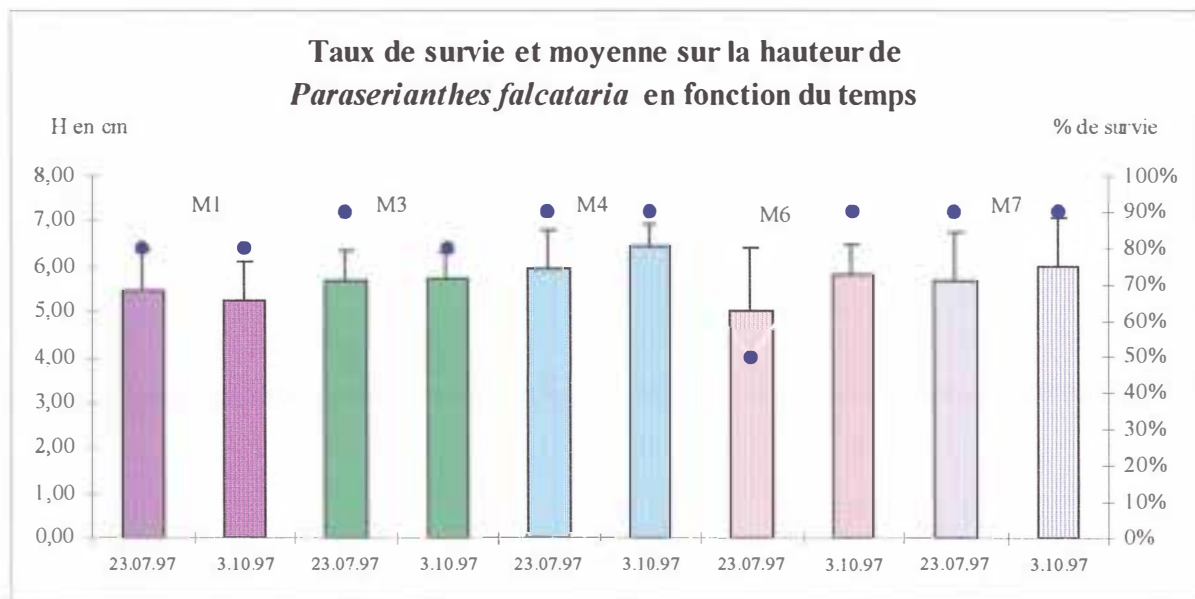


Originnaire d'Amérique centrale, cet arbuste est surtout planté en Indonésie pour la production de fourrage et de bois de feu. Il préfère les sols légers, faiblement acides, mais il n'aime pas les sols mal drainés.

Cette espèce s'est avérée inadaptée à tous les substrats excepté la terre de pépinière.

***Paraserianthes falcataria* : Albizia**

Cette espèce originaire d'Indonésie pousse très rapidement et donne un bois léger. Elle a été introduite en Nouvelle-Calédonie comme ombrage de caféier et s'est avérée le meilleur ombrage pour les Kaoris sur les terrains miniers.



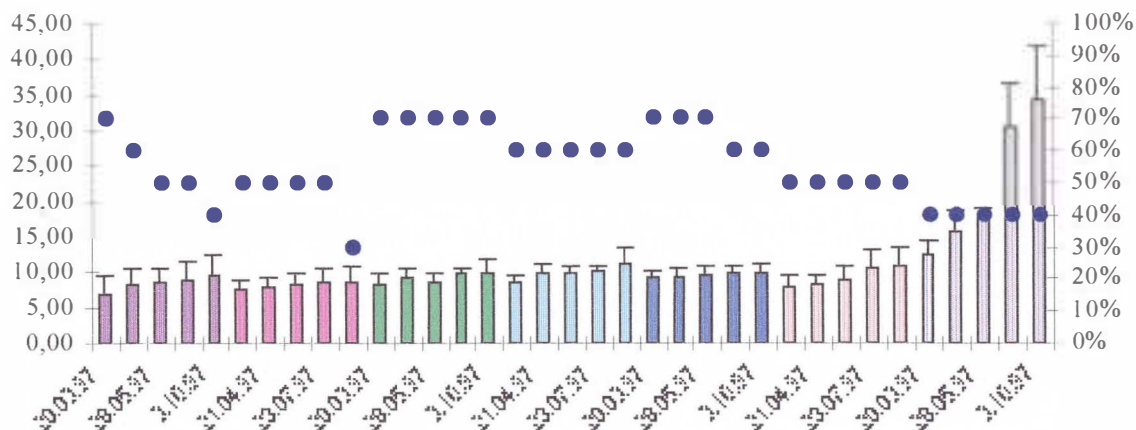
L'essai de cette espèce a commencé tardivement, comme le Gaïac. A ce stade aucune différence significative ne sont observables. Les jeunes plants sont en bonne santé sur tous les milieux étudiés.

Acacia auriculiformis

Cet arbre originaire de Nouvelle Guinée et du Nord de l'Australie a largement été introduit dans de nombreux pays tropicaux. Il est utilisé comme bois de feu ou pour la pâte à papier. Il peut être planté en bord de mer, pour limiter l'érosion, et pour revégétaliser les mines (mais pas de résultats concluants sur les mines de nickel en Nouvelle-Calédonie).

On observe une différence significative des hauteurs et du nombre de feuilles entre le témoin et les autres substrats. L'état sanitaire est dans l'ensemble assez peu satisfaisant. Cette espèce semble donc mal adaptée.

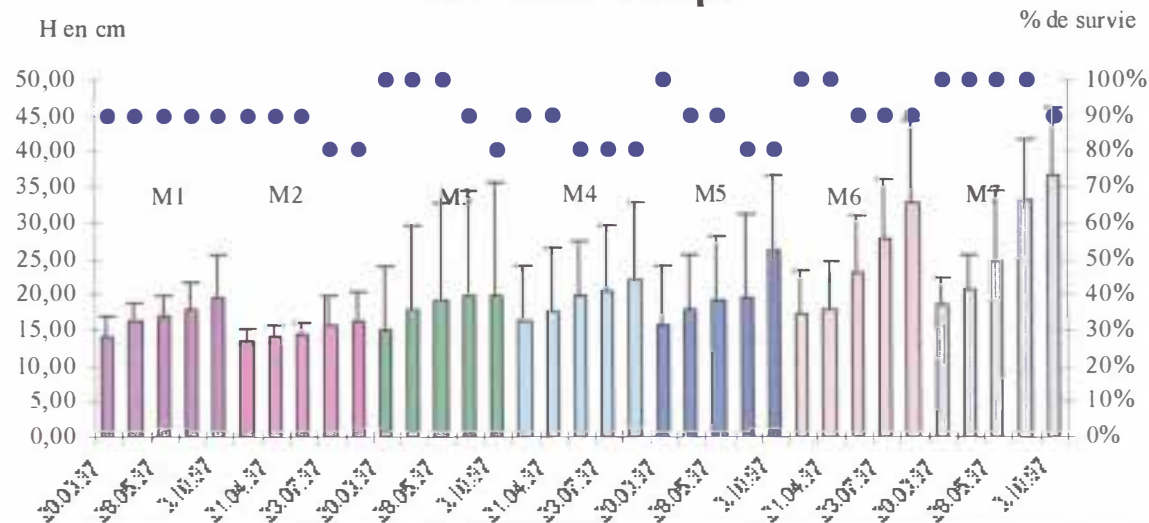
Taux de survie et moyenne sur la hauteur de *Acacia auriculiformis* en fonction du temps



***Eucalyptus robusta* : Acajou des marais**

C'est un grand arbre originaire d'Australie, qui pousse à basse altitude, qui aime l'humidité et supporte bien les sols lourds argileux. Il est planté pour son ombrage, comme abris et pour produire du bois de feu.

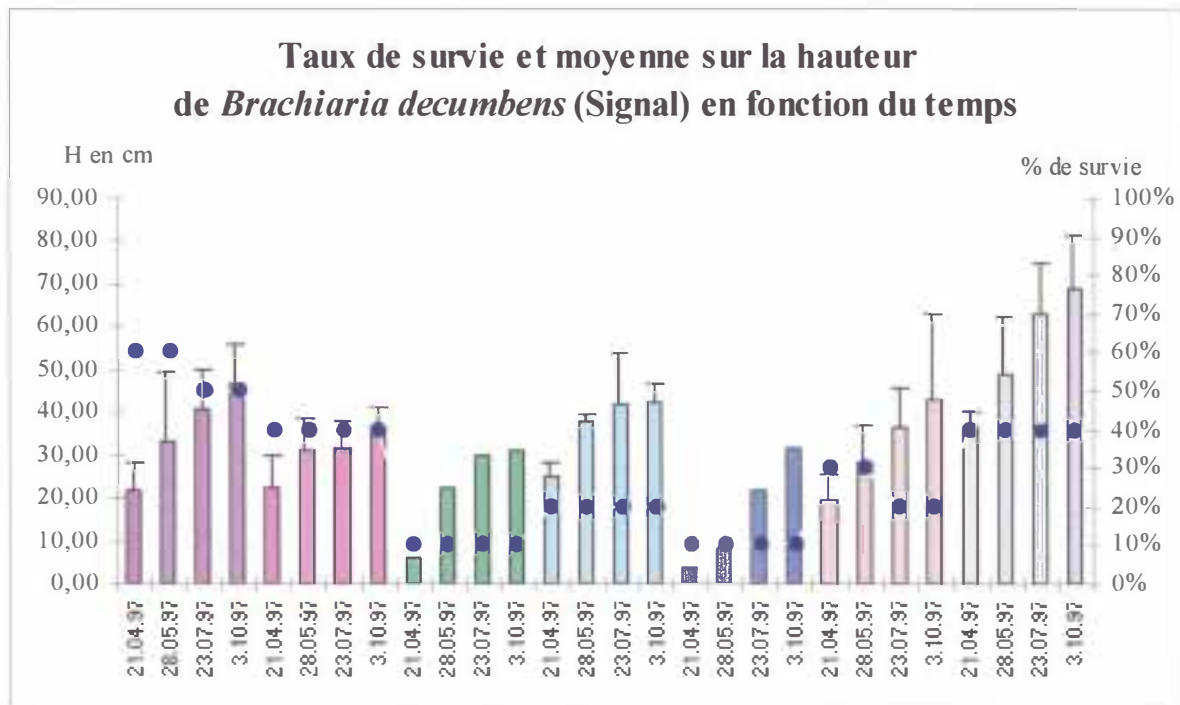
Taux de survie et moyenne sur la hauteur de *Eucalyptus robusta* (Acajou des marais) en fonction du temps



On constate un effet significatif du sol sur la hauteur et sur le nombre de feuilles. La croissance est forte dans l'ensemble, bien que limitée par la taille du conteneur. **Cette espèce est bien adaptée à la compacité du milieu.**

***Bracharia decumbens* : Signal**

C'est une herbacée vivace, semi-érigée fort bien adaptée aux régions tropicales humides et sub-humides, où il peut résister jusqu'à 5 mois de sécheresse mais ne tolère pas les terrains inondables. C'est un excellent fourrage.

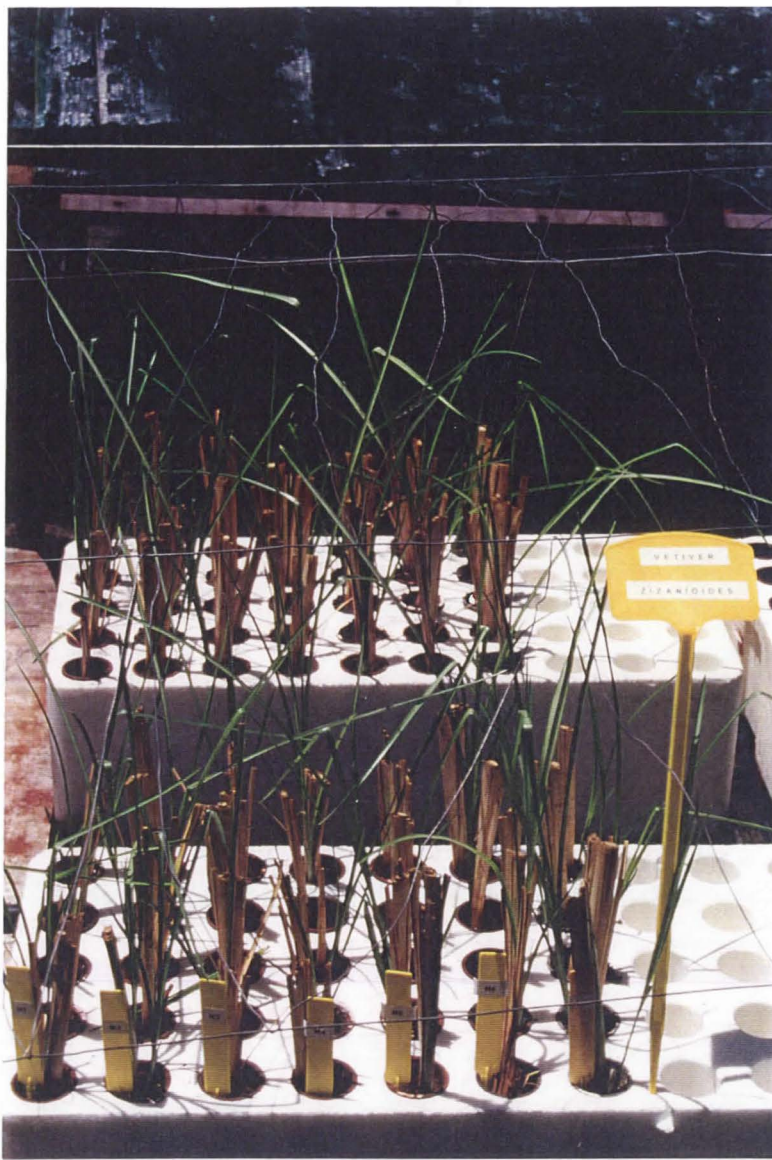


On observe un effet significatif du sol sur la croissance, les plus mauvais résultats sont obtenus sur le milieu 3 (stériles + Gravillons) et les meilleurs sur le témoin. La mortalité est forte sur la plupart des milieux.

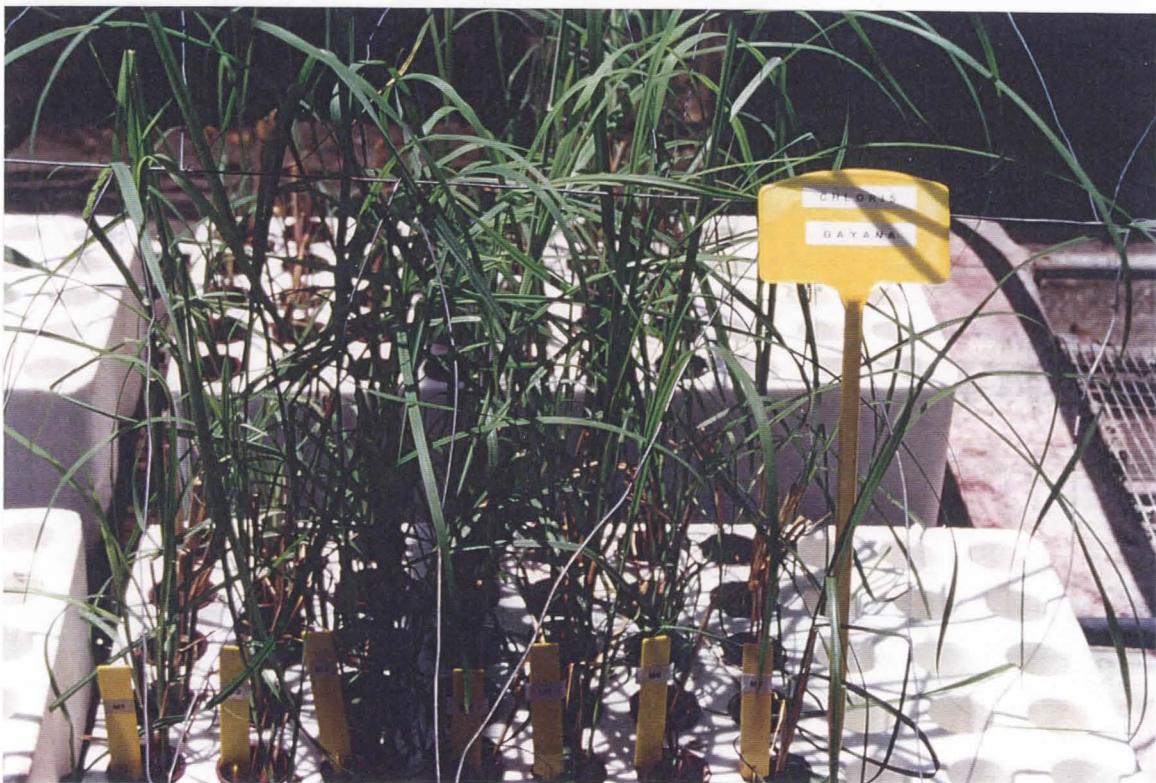
***Chloris gayana* : Rhodes**

Le Rhodes est une herbacée vivace, stolonifère qui pousse sur un grand choix de sols. Elle est appréciée par les bovins, et semble être idéale pour la végétalisation des talus. Les premiers résultats sont assez favorables sur mine après fertilisation du sol.

Pas d'effet significatif du type de sol sur la hauteur et le nombre de feuilles. L'état sanitaire est bon, et si on observe en fin d'expérimentation une mortalité parfois importante cela tient surtout à l'enracinement beaucoup trop important pour la taille du conteneur. Cette espèce produisant des stolons recouvre rapidement les sols nus et peut donc être **très intéressante** pour recoloniser les décharges. De ce fait elle peut concurrencer d'autres espèces plantées à proximité.

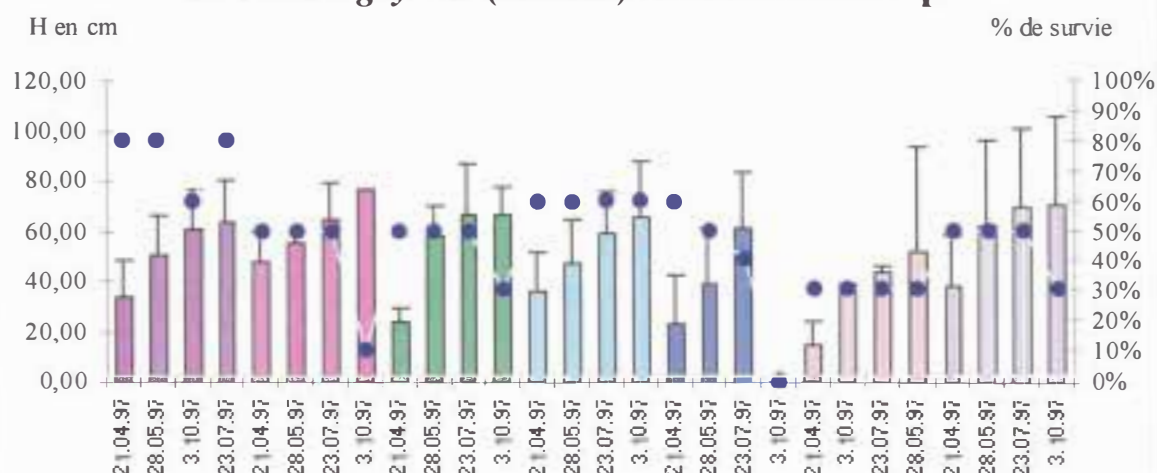


3 - Vetiver zizanioides



4 - Chloris gayana

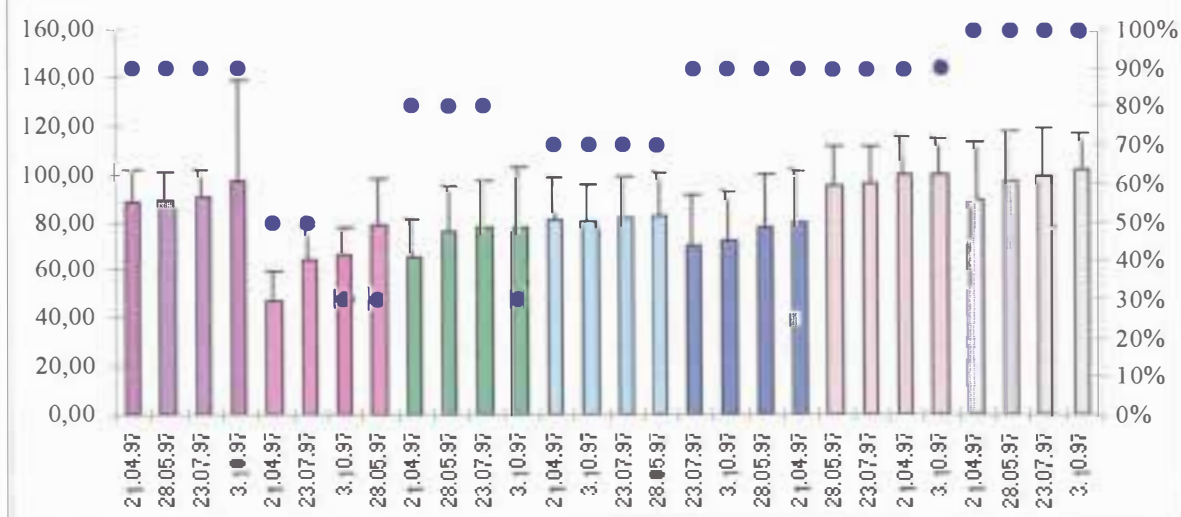
Taux de survie et moyenne sur la hauteur de *Chloris gayana* (Rhodes) en fonction du temps



Vetiver zizanioides : vétiver

C'est une plante herbacée haute et robuste développant de larges touffes. Elle s'adapte à de nombreuses situations pédologiques. Elle est utilisée en parfumerie à partir des racines aromatiques et dans la lutte contre l'érosion grâce à son puissant système racinaire.

Taux de survie et moyenne sur la hauteur de *Vetiver zizanioides* (Vétiver) en fonction du temps

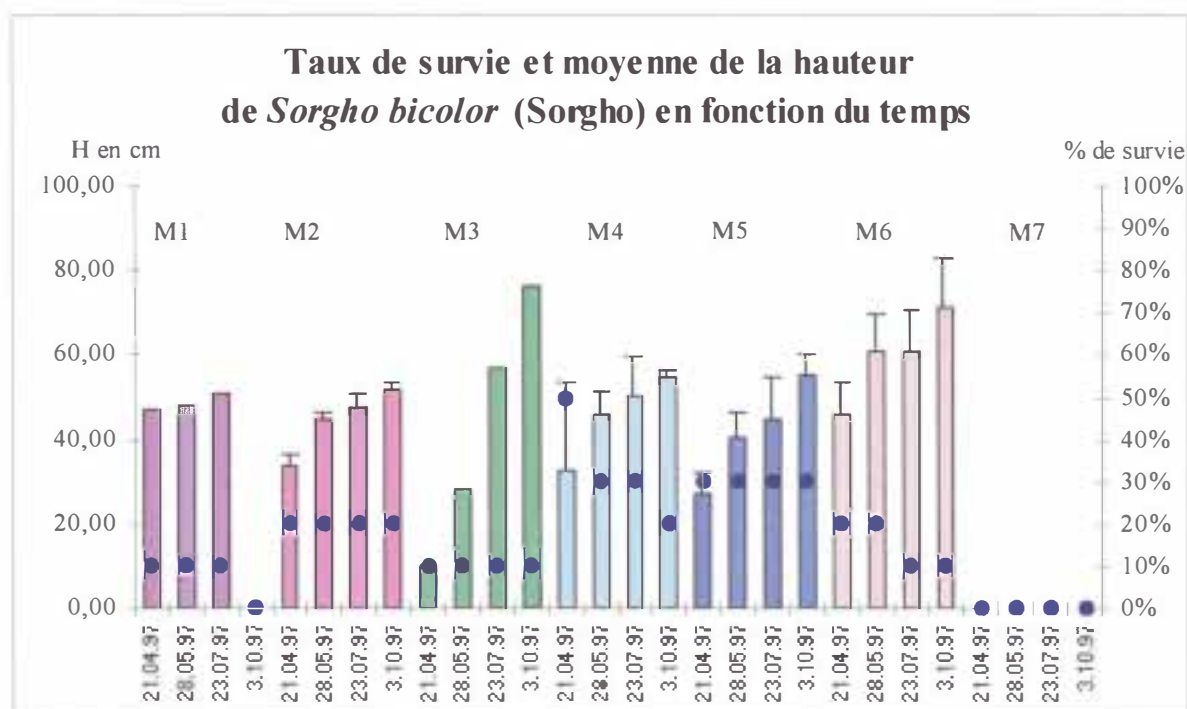


Effet significatif du sol sur la hauteur et sur le nombre de feuille. Certes le substrat témoin est le meilleur, mais les résultats sont aussi très bons sur le milieu 1 (NC + PN) et le milieu 6 (S1 + Gravillons + MO).

Cette espèce est donc très intéressante surtout pour fixer les zones en pente.

***Sorghum bicolor* : Silk**

C'est une herbacée de grande taille (2 à 3 m de haut). La tige est robuste et un peu sucrée. On l'utilise comme fourrage à ensiler ou comme céréale.



Le taux de mortalité pour cette espèce est trop élevé, et cette espèce n'apparaît pas intéressante.

***Cynodon dactylon* : Chiendent**

Cette espèce qui est appréciée par les ruminants et dont certaines variétés peuvent servir de gazon a souffert d'une mortalité de 100% sur les milieux 1,2,3,et 4. Cette plante semble inadaptée.

***Stylosanthes scabra* : cultivar Seca**

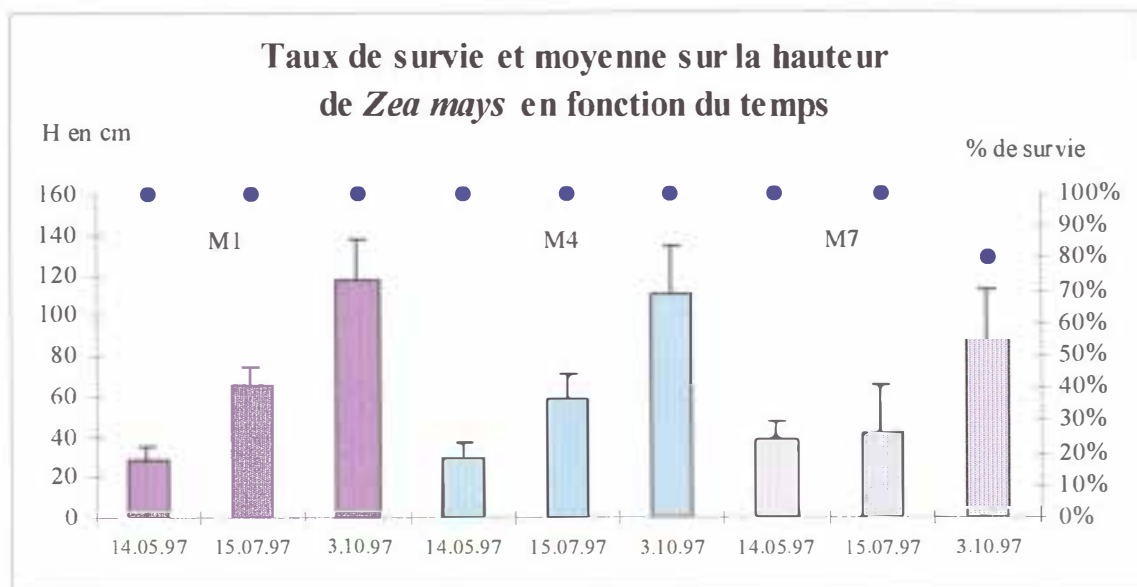
C'est une Légumineuse herbacée pérenne bien adaptée aux sols acides de faible fertilité.

Cette espèce n'a pu se développer que sur le substrat de pépinière. Cette plante est inadaptée pour la revégétalisation des stériles.

ESPECES INTRODUITES POUR UNE VALORISATION ECONOMIQUE

Zea Mays : Maïs Hycorn 5010

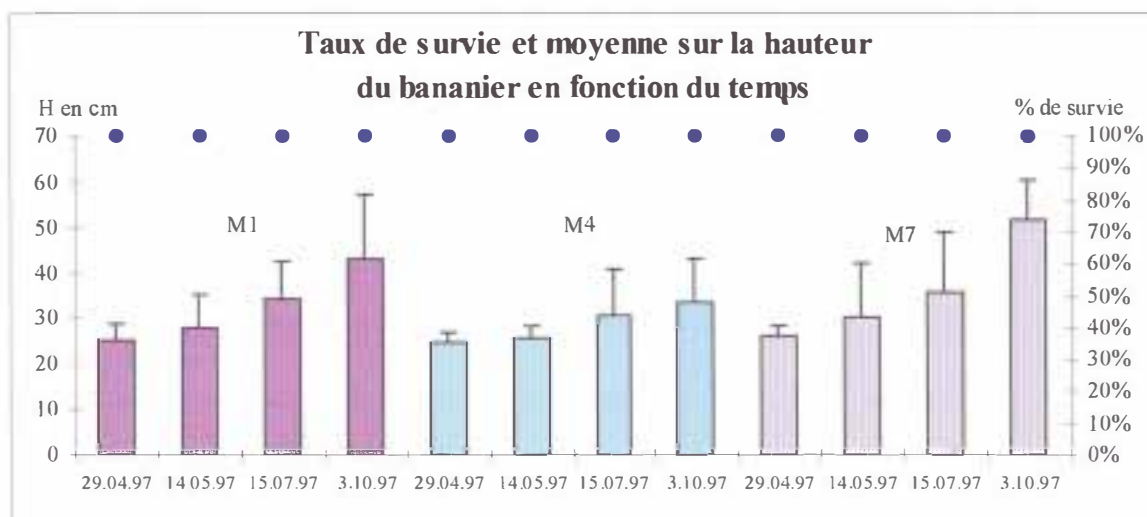
Le maïs est une des trois graminées les plus cultivées au monde.



On n'observe pas de différences significatives suivant les milieux. Dans les conditions de l'expérimentation c'est sur le témoin que la croissance est la plus faible. La production d'épis fertiles a pu être observée.

Musa : Bananier

Le bananier est une plante herbacée pérenne.



Cette espèce n'a souffert d'aucune mortalité sur les trois milieux. L'état sanitaire est meilleur sur le témoin. Les plants restent de petite taille.

Plantes à but de valorisation
économique



← Plant de maïs

← Plant de manioc

Plant de litchi

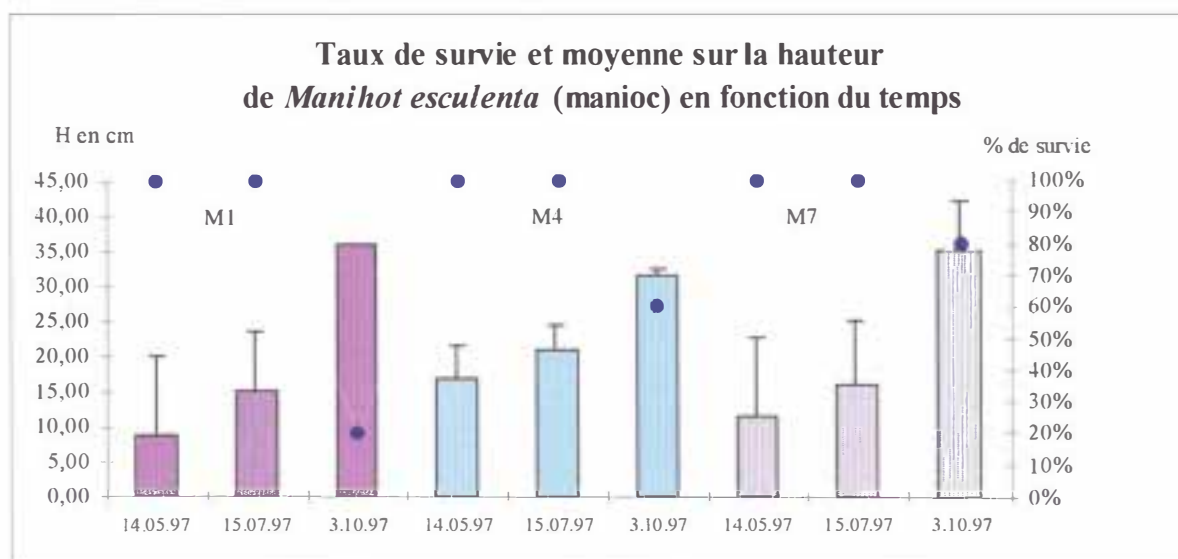
Plant de bananier →

Plant de caféier →



***Manihot utilisima* : Manioc var. IRAT 005**

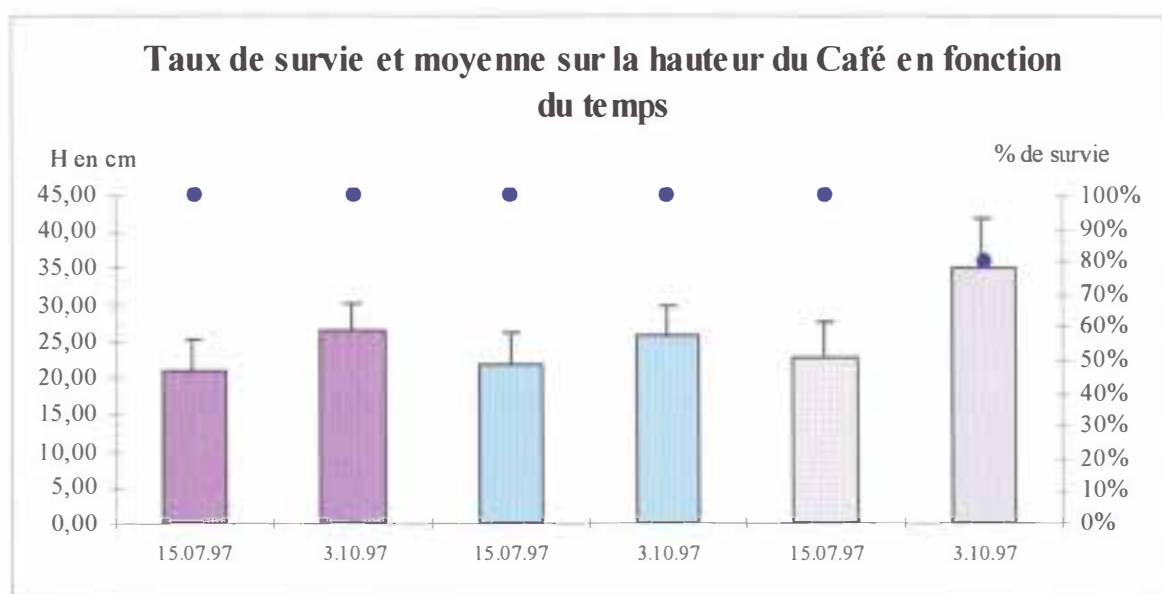
Autre culture tropicale traditionnelle, le manioc est une plante semi arbustive cultivée pour ses racines tubérisées riches en amidon.



La mortalité est forte sur le milieu I, après cinq mois d'expérimentation. L'état sanitaire est moyen sur les milieux 1 et 4 et bon sur le témoin.

***Coffea* : Café**

Le caféier est un arbuste à feuillage persistant qui donne un fruit, communément appelée cerise, qui donne les grains de café.



Des diverses espèces introduites c'est celle qui a l'air de s'accommoder le mieux des substrats proposés. Il serait intéressant de poursuivre la culture de cette plante à plus long terme.



5. *Araucaria luxurians*



6. *Agathis ovata*

***Nephelium litchi* : Litchi**

Ce fruitier, originaire de Chine, donne un arbre de 5 à 6 m de haut. Il donne des fruits commercialisés sur place et à l'exportation.

Très vite, les plants mis en place dans des pots de 7 litres ont flétris et sont morts. L'échec est total sur les milieux 1 (PN + NC) et 6 (PN+ NC + Gravillons + M. O.).

4. CONCLUSIONS

Nous avons pu mener à bien une expérimentation qui permettait la comparaison d'une vingtaine d'espèces locales ou introduites plantées directement sur les déchets d'usine mélangés après neutralisation (Neutralisation complète NC + Neutralisation partielle PN). L'adjonction de Latérites (Limonites) de Gravillons et de Matière Organique, a été testée sur plusieurs milieux différents (dans le but d'améliorer le milieu) afin de permettre une meilleure reprise et une meilleure croissance des plantes mises en place.

Le problème majeur a été la faible quantité de matériaux disponibles pour mener cette étude sur 7 milieux différents avec dix répétitions et 25 plantes différentes. Le conteneur utilisé de 150 ml a permis de mettre en place le dispositif complet sur presque toutes les espèces à l'exception des plantes à but de valorisation économique pour lesquelles on a utilisé des conteneurs de 3 et 7 litres.

Les faibles mortalités observées pour la plupart des espèces, y compris sur le milieu 1 le moins amélioré, sont encourageantes. On peut donc penser que de nombreuses possibilités de revégétalisation des stériles sont envisageables.

Plantes endémiques : Sur les 9 espèces testées aucune ne pose de véritable problème, même si les croissances restent limitées. Dans la majorité des cas, le milieu 1 est presque aussi bon que les milieux améliorés. Les Araucariacées qui donnent des arbres emblématiques de la Nouvelle-Calédonie tolèrent plutôt bien le stress d'un milieu bien éloigné du sol d'origine.

Plantes introduites : On a pu tester une grande variété d'espèces, du chiendent à l'eucalyptus en passant par le bananier. Malgré quelques échecs, parfois total pour certaines espèces, on a pu mettre en évidence la possibilité d'utiliser :

- des graminées et en particulier le Rhodes – *Chloris gayana* – qui semble pouvoir couvrir rapidement les surfaces dénudées.
- des arbres comme l'eucalyptus et l'Albizia
- des arbustes comme le *Sesbania sesban*
- des plantes alimentaires comme la banane ou le maïs (mais pas le litchi)
- des plantes stimulantes comme le café

Suivant les plantes, l'amélioration de la structure ou de la fertilité par l'apport de Latérites (milieux 3 et 5), de Gravillons (milieux 4 et 6) et de matière organique (milieux 5 et 6), peut s'avérer bénéfique ou non.

Même s'il convient d'être prudent dans les conclusions, dans la mesure où ce dispositif est très artificiel (conditions de serre ombragée, avec un arrosage régulier), on constate **que la revégétalisation des futurs stériles, produit par le procédé hydro-métallurgique mis au point par la société INCO, ne devrait pas poser de problèmes insurmontables que ce soit pour des espèces introduites ou des espèces endémiques, y compris des espèces rares.**

Il sera donc particulièrement intéressant de tester in situ ces mêmes espèces sur les stériles. En attendant il sera très utile de maintenir quelques espèces types, dans les conditions de

l'expérimentation (mais dans des conteneurs plus volumineux) sur une plus longue période. Et bien sur il sera toujours utile de tester des espèces que l'on a pas eu l'occasion de mettre en place dans le cadre de cette convention.

REFERENCES

DESVALS L., MERCKY S. and SARRAILH J.M., 1997. Establishment trial with endemic and introduced species on waste tailings *in Regional workshop : Forage Development and minewaste Rehabilitation*. CIRAD-Nouméa p.50-55

SARRAILH J.M., DESVALS L., MERCKY S. 1997. Rapport intermédiaire sur l'étude du comportement d'espèces endémiques et introduites utilisées pour la revégétalisation. CIRAD Nouméa p.53

SARRAILH J.M., DESVALS L., MERCKY S. 1997. Fiche préliminaire des actions de recherche (projet Goro-Nickel) CIRAD-Nouméa 4p.

ANNEXES

Résultats des analyses de sol : évolution des propriétés chimiques pendant l'expérimentation

Analyse statistique des résultats

Résultats des analyses de sol : évolution des propriétés chimiques pendant l'expérimentation

Cf. Tableau page suivante (en blanc les mesures à la fin de l'expérimentation et en bleu les données avant l'expérimentation, juste après la réalisation des mélanges)

Des analyses de sol ont été réalisées sur tous les milieux avant le début de l'expérimentation. Puis à la fin, les 6 milieux ont été analysés (on a jugé inutile de mesurer l'évolution sur le témoin) pour trois plantes.

Les évolutions sont similaires pour ces plantes très différentes et on peut donc regrouper les remarques observées dans cette étude.

1. – pF : à pF2, la capacité au champ – c'est à dire l'humidité qui reste dans le sol après le drainage – on constate une diminution au cours de l'expérimentation. Mais cette diminution n'est sensible que pour les milieux 2 et 5 qui contiennent de la latérite. De même pour pF3, la capacité de rétention – c'est à dire la quantité maximale d'eau capillaire retenue dans le sol – on observe une diminution significative pour les substrats avec de la latérite. Celle-ci apportant les éléments les plus fins les plus susceptibles de partir par drainage, suite aux nombreux arrosages.

2. – pH : les sols voient tous leurs pH augmenter pour atteindre et dépasser la neutralité. Le maximum est atteint pour la légumineuse *Sesbania sesban* sur le milieu 1, le pH atteint 7.75. Toujours pour ce milieu le pH atteint 7.71 pour la graminée *Chloris gayana* et 7.15 pour la plante endémique *Alphitonia neocaledonica*. Ce milieu, nettement basique, correspond à des sols sur saprolites.

3. – C Total : Les plantes apportent par leur développement racinaire de la matière organique au sol ce qui augmente la quantité de carbone total dans le sol. Cette augmentation est bien plus sensible dans les milieux pauvres que sur ceux auxquels on a apporté de la matière organique. Pour *Sesbania* le C total augmente dans les milieux 1,2,3 (milieux sans apport de matière organique) et 5. En relatif, cela donne une augmentation de 287 % pour le milieu 1, de 77 % pour le milieu 2, et de 48 % pour le milieu 3. Pour *Chloris* le C total augmente dans le milieu 2, mais aussi dans le milieu 4 (qui a pourtant reçu de la matière organique. Pour *Alphitonia* l'augmentation est importante sur le milieu 3. Pour les trois plantes la diminution est marquée pour le milieu 6 dont le taux de carbone initial était le plus élevé.

4. – N Total : Sauf dans les milieux pourvus en matière organique le taux d'azote est très faible au départ. Pour *Sesbania* on observe sur tous les milieux (sauf le 3) une diminution de l'azote, alors que l'on espérait que cette espèce qui est une Légumineuse apporterait au contraire cet élément. On suppose que l'association avec les bactéries fixatrices d'azote est fortement perturbée par ces milieux. Pour les autres espèces on constate soit le statu quo, soit une faible diminution.

5. – C/N : Ce rapport augmente logiquement, vu les conclusions précédentes.

6. – P total : L'apport d'engrais a entraîné une augmentation très sensible du phosphore total dans tous les milieux et quelle que soit la plante.

Sesbania sesban

| Sol | refus | pF 2,0(%) | pF 3,0 (%) | pH eau | pH kcl | C Total mg/g | N Total mg/g | C/N | P total ppm |
|------------------|-------|-----------|------------|--------|--------|--------------|--------------|------|-------------|
| M1 NC+PN | 14 | 55,3 | 46,1 | 7,75 | 7,22 | 0,89 | 0,06 | 14,8 | 83 |
| M1 NC+PN | 18 | 55,9 | 45,4 | 6,8 | 6,53 | 0,23 | 0,08 | 2,9 | 17 |
| M2 NC+PN+Lat | 17 | 58,7 | 47,9 | 7,26 | 7 | 2,04 | 0,11 | 18,5 | 111 |
| M2 NC+PN+Lat | 9,7 | 70,3 | 57,3 | 6,08 | 6,08 | 1,15 | 0,16 | 7,2 | 17 |
| M3 NC+PN+Grav | 49 | 33,6 | 26,4 | 7,17 | 6,74 | 4,47 | 0,22 | 20,3 | 133 |
| M3 NC+PN+Grav | 13,8 | 38,3 | 30,2 | 6,44 | 6,25 | 3,02 | 0,21 | 14,4 | 39 |
| M4 NC+PN+MO | 18 | 60,2 | 47 | 7,51 | 6,98 | 18,57 | 0,51 | 36,4 | 168 |
| M4 NC+PN+MO | 20,2 | 61,3 | 47,8 | 6,58 | 6,39 | 18,86 | 0,59 | 32 | 48 |
| M5 NC+PN+Lat+MO | 31 | 57,3 | 44,7 | 7 | 6,75 | 19,72 | 0,51 | 38,7 | 269 |
| M5 NC+PN+Lat+MO | 13,9 | 72,3 | 58,2 | 5,95 | 6,92 | 19,27 | 0,58 | 33,2 | 48 |
| M6 NC+PN+Grav+MO | 35 | 39,1 | 28,4 | 6,85 | 6,58 | 34,52 | 0,86 | 40,1 | 266 |
| M6 NC+PN+Grav+MO | 16,5 | 40,4 | 31,5 | 6,11 | 5,97 | 41,47 | 1,18 | 35,1 | 122 |

Chloris gayana

| Sol | refus | pF 2,0(%) | pF 3,0 (%) | pH eau | pH kcl | C Total mg/g | N Total mg/g | C/N | P total ppm |
|------------------|-------|-----------|------------|--------|--------|--------------|--------------|------|-------------|
| M1 NC+PN | 13 | 55,7 | 45,8 | 7,71 | 7,19 | 0,9 | 0,07 | 12,9 | 110 |
| M1 NC+PN | 18 | 55,9 | 45,4 | 6,8 | 6,53 | 0,23 | 0,08 | 2,9 | 17 |
| M2 NC+PN+Lat | 3 | 59,5 | 48,9 | 7,28 | 7,09 | 3,49 | 0,15 | 23,3 | 208 |
| M2 NC+PN+Lat | 9,7 | 70,3 | 57,3 | 6,08 | 6,08 | 1,15 | 0,16 | 7,2 | 17 |
| M3 NC+PN+Grav | 51 | 33,2 | 26,6 | 7,03 | 6,92 | 4,51 | 0,23 | 19,6 | 238 |
| M3 NC+PN+Grav | 13,8 | 38,3 | 30,2 | 6,44 | 6,25 | 3,02 | 0,21 | 14,4 | 39 |
| M4 NC+PN+MO | 24 | 60,7 | 47 | 7,46 | 6,98 | 20,9 | 0,55 | 38 | 224 |
| M4 NC+PN+MO | 20,2 | 61,3 | 47,8 | 6,58 | 6,39 | 18,86 | 0,59 | 32 | 48 |
| M5 NC+PN+Lat+MO | 23 | 57,4 | 46,8 | 7,04 | 6,8 | 19,35 | 0,52 | 37,2 | 269 |
| M5 NC+PN+Lat+MO | 13,9 | 72,3 | 58,2 | 5,95 | 6,92 | 19,27 | 0,58 | 33,2 | 48 |
| M6 NC+PN+Grav+MO | 36 | 41 | 29,7 | 7,06 | 6,65 | 36,11 | 0,93 | 38,8 | 355 |
| M6 NC+PN+Grav+MO | 16,5 | 40,4 | 31,5 | 6,11 | 5,97 | 41,47 | 1,18 | 35,1 | 122 |

Alphitonia neocaledonica

| Sol | refus | pF 2,0(%) | pF 3,0 (%) | pH eau | pH kcl | C Total mg/g | N Total mg/g | C/N | P total ppm |
|------------------|-------|-----------|------------|--------|--------|--------------|--------------|------|-------------|
| M1 NC+PN | 0 | 53,1 | 45,1 | 7,65 | 7,15 | 0,62 | 0,05 | 12,4 | 7 |
| M1 NC+PN | 18 | 55,9 | 45,4 | 6,8 | 6,53 | 0,23 | 0,08 | 2,9 | 17 |
| M2 NC+PN+Lat | 0 | 57,3 | 47,6 | 7,12 | 6,88 | 3,15 | 0,21 | 15,7 | 68 |
| M2 NC+PN+Lat | 9,7 | 70,3 | 57,3 | 6,08 | 6,08 | 1,15 | 0,16 | 7,2 | 17 |
| M3 NC+PN+Grav | 0 | 33,5 | 26,7 | 7,28 | 6,8 | 7,25 | 0,2 | 21,3 | 95 |
| M3 NC+PN+Grav | 13,8 | 38,3 | 30,2 | 6,44 | 6,25 | 3,02 | 0,21 | 14,4 | 39 |
| M4 NC+PN+MO | 0 | 58 | 45,9 | 7,6 | 7,09 | 16,88 | 0,41 | 41,2 | 64 |
| M4 NC+PN+MO | 20,2 | 61,3 | 47,8 | 6,58 | 6,39 | 18,86 | 0,59 | 32 | 48 |
| M5 NC+PN+Lat+MO | 0 | 57,4 | 45,6 | 6,95 | 6,7 | 19,23 | 0,49 | 39,2 | 83 |
| M5 NC+PN+Lat+MO | 13,9 | 72,3 | 58,2 | 5,95 | 6,92 | 19,27 | 0,58 | 33,2 | 48 |
| M6 NC+PN+Grav+MO | 46 | 39,6 | 28,6 | 7,02 | 6,58 | 32,48 | 0,83 | 39,1 | 189 |
| M6 NC+PN+Grav+MO | 16,5 | 40,4 | 31,5 | 6,11 | 5,97 | 41,47 | 1,18 | 35,1 | 122 |



Après l'expérimentation
Avant l'expérimentation

Analyse statistique des résultats

Les variables prises en compte pour l'analyse statistique sont la hauteur et le stade (nombre de feuilles sans compter le(s) cotylédon(s)). L'analyse de variance (test paramétrique, Anova, software SPSS/PC, 1992) est réalisée sur ces deux variables en fonction de deux facteurs: la plante et le milieu (de M1 à M7).

Il nous semble judicieux de comparer des espèces ayant les mêmes caractéristiques, c'est pour cette raison que l'analyse est faite sur trois groupes différents: les espèces herbacées (6 Poacées et 1 Légumineuse), les espèces arbustives ou arborescentes, endémiques ou autochtones (9 espèces) et celles introduites (7 espèces). Au total, 23 espèces sont analysées de cette manière; il manque le manioc qui est un cas complètement à part.

* Pour les espèces herbacées, et pour chacune des deux variables

| Variable hauteur | | | | | |
|--------------------|-----------------------------|------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------|
| Facteur | Somme des carrés des écarts | Degré de liberté | Moyenne des carrés | Valeur de <i>F</i> | Significativité de <i>F</i> |
| Plante | 81551,69 | 6 | 13591,95 | 48,68 | $p < 0,001$ |
| Sol | 8644,99 | 6 | 1440,83 | 5,16 | $p < 0,001$ |
| Intéraction | | | | | |
| Plante*Sol | 13398,11 | 24 | 558,26 | 1,99 | $p < 0,009$ |
| Erreur | 28202,62 | 101 | 279,23 | | |

Les deux facteurs plante et sol ont un effet significatif ($p < 0,001$) sur la hauteur de la plante. L'effet significatif de l'interaction sol/plante ($p < 0,009$) est à remarquer.

Le pourcentage de variance expliquée est de 78,6% pour cette variable.

| Variable nombre de feuilles | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------|
| Facteur | Somme des carrés des écarts | Degré de liberté | Moyenne des carrés | Valeur de <i>F</i> | Significativité de <i>F</i> |
| Plante | 14439,99 | 6 | 2406,67 | 71,81 | $p < 0,001$ |
| Sol | 2412,9 | 6 | 402,15 | 11,99 | $p < 0,001$ |
| Intéraction | | | | | |
| Plante*Sol | 17041,05 | 24 | 710,04 | 21,186 | $p < 0,001$ |
| Erreur | 3385,06 | 101 | 33,52 | | |

Les deux facteurs plante et sol ont un effet significatif ($p < 0,001$) sur le nombre de feuilles (stade sans compter les cotylédons) de la plante. L'effet significatif de l'interaction sol/plante ($p < 0,001$) est à remarquer.

Le pourcentage de variance expliquée est de 90,91% pour cette variable.

*** Espèces arborescentes endémiques ou autochtones et pour chacune des deux variables**

| Variable hauteur | | | | | |
|-------------------------|------------------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------------|--|
| Facteur | Somme des carrés des écarts | Degré de liberté | Moyenne des carrés | Valeur de F | Significativité de F |
| Plante | 8518,06 | 8 | 1064,76 | 114,86 | $p < 0,001$ |
| Sol | 2427,27 | 6 | 404,55 | 43,64 | $p < 0,001$ |
| Intéraction | | | | | |
| Plante*Sol | 9433,46 | 46 | 205,07 | 22,12 | $p < 0,001$ |
| Erreur | 3958,48 | 427 | 9,27 | | |

Les deux facteurs plante et sol ont un effet significatif ($p < 0,001$) sur la hauteur de la plante. L'effet significatif de l'interaction sol/plante ($p < 0,001$) est à remarquer.

Le pourcentage de variance expliquée est de 83,73% pour cette variable.

| Variable nombre de feuilles | | | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------------|--|
| Facteur | Somme des carrés des écarts | Degré de liberté | Moyenne des carrés | Valeur de F | Significativité de F |
| Plante | 15069,75 | 8 | 1883,72 | 105,73 | $p < 0,001$ |
| Sol | 4898,61 | 6 | 816,43 | 45,83 | $p < 0,001$ |
| Intéraction | | | | | |
| Plante*Sol | 13740,9 | 46 | 298,72 | 16,77 | $p < 0,001$ |
| Erreur | 7607,42 | 427 | 17,816 | | |

Les deux facteurs plante et sol ont un effet significatif ($p < 0,001$) sur le nombre de feuilles de la plante. L'effet significatif de l'interaction sol/plante ($p < 0,001$) est à remarquer.

Le pourcentage de variance expliquée est de 81,58% pour cette variable.

*** Pour les arborescentes introduites et pour chacune des deux variables**

| Variable hauteur | | | | | |
|-------------------------|------------------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------------|--|
| Facteur | Somme des carrés des écarts | Degré de liberté | Moyenne des carrés | Valeur de F | Significativité de F |
| Plante | 41335,89 | 6 | 6889,32 | 27,69 | $p < 0,001$ |
| Sol | 7147,49 | 6 | 1191,25 | 4,79 | $p < 0,001$ |
| Intéraction | | | | | |
| Plante*Sol | 13642,46 | 23 | 593,15 | 2,384 | $p < 0,001$ |
| Erreur | 47271,47 | 190 | 248,79 | | |

Les deux facteurs plante et sol ont un effet significatif ($p < 0,001$) sur la hauteur de la plante. L'effet significatif de l'interaction sol/plante ($p < 0,001$) est à remarquer.

Le pourcentage de variance expliquée est de 71,14% pour cette variable.

| Variable nombre de feuilles | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|------------------|--------------------|---------------|------------------------|
| Facteur | Somme des carrés des écarts | Degré de liberté | Moyenne des carrés | Valeur de F | Significativité de F |
| Plante | 7297,99 | 6 | 1216,33 | 70,74 | $p<0,001$ |
| Sol | 1576,92 | 6 | 262,82 | 15,29 | $p<0,001$ |
| Interaction | | | | | |
| Plante*Sol | 1419,2 | 23 | 61,7 | 3,59 | $p<0,001$ |
| Erreur | 3249,64 | 189 | 292,55 | | |

Les deux facteurs plante et sol ont un effet significatif ($p<0,001$) sur le nombre de feuilles de la plante. L'effet significatif de l'interaction sol/plante ($p<0,001$) est à remarquer.

Le pourcentage de variance expliquée est de 76,00% pour cette variable.

Conclusion:

Pour les espèces herbacées, arborescentes endémiques ou autochtones et introduites, les tableaux nous montrent l'importance des facteurs sol et plante pour l'interprétation des résultats sur la hauteur et sur le stade: le type de sol et l'espèce choisis ont donc une influence sur la croissance de chacune des plantes.

Le tableau récapitulatif (ci-dessous) permet de synthétiser les résultats et d'orienter les choix sur des espèces et des sols en fonction des différentes variables.

Il est cependant à remarquer que cette synthèse ne prend en compte ni la date de semis, ni le taux de survie, ni l'état sanitaire des plantules qui sont des variables essentielles pour l'interprétation globale des résultats.

| Type concerné | Variable | Les meilleurs résultats | | Les résultats médiocres | |
|---------------------------|----------------|--------------------------|----------------------|----------------------------------|------------------|
| | | Plante | Sol | Plante | Sol |
| Herbacées | Hauteur | <i>Zea mays</i> | M7: sol de pépinière | <i>Stylosanthes scabra</i> | M5: NC+PN+Lat+MO |
| Herbacées | Nb de feuilles | <i>Cynodon dactylon</i> | M6: NC+PN+Grav+MO | <i>Vetiver zizanioides</i> | M5: NC+PN+Lat+MO |
| Endémiques ou autochtones | Hauteur | <i>Casuarina collina</i> | M7: sol de pépinière | <i>Carpolepis laurifolia</i> | M2: NC+PN+Lat |
| Endémiques ou autochtones | Nb de feuilles | <i>Casuarina collina</i> | M7: sol de pépinière | <i>Alphitonia neocaledonica</i> | M2: NC+PN+Lat |
| Introduites | Hauteur | Bananier | M7: sol de pépinière | <i>Paraserianthes falcataria</i> | M2: NC+PN+Lat |
| Introduites | Nb de feuilles | Café | M7: sol de pépinière | <i>Calliandra calothyrsus</i> | M2: NC+PN+Lat |

| Espèces herbacées | Moyennes sur les hauteurs | | | | | | | Moyennes sur le nombre de feuilles | | | | | | |
|--|---------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------------------------------|---------|----------|----------|----------|----------|---------|
| | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 |
| <i>Brachiaria decumbens</i> | 40,80 ab | 36,25 b | 31,00 b | 38,00 ab | 31,50 b | 36,25 ab | 62,63 a | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| <i>Chloris gayana</i> | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| <i>Cynodon dactylon</i> | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| <i>Sorghum bicolor</i> | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| <i>Stylosanthes scabra</i> | 3,00 b | 2,50 b | 4,00 b | 5,75 b | 3,65 b | | 75,50 a | 4,00 b | 2,00 b | 4,00 b | 3,00 b | 2,50 b | | 74,5 a |
| <i>Vetiver zizanioides</i> | 89,67 ab | 77,78 ab | 78,25 ab | 82,00 ab | 71,44 b | 99,83 ab | 101,40 a | 8,11 ab | 8,22 ab | 6,88 b | 8,43 ab | 7,44 ab | 8,11 ab | 11,00 a |
| Remarque: pour <i>Stylosanthes scabra</i> , les mesures sur le milieu 6 n'ont pu être réalisées faute de matériel végétal. | | | | | | | | | | | | | | |
| Espèces arborescentes endémiques ou autochtones | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Acacia spirorbis</i> | 5,18 ab | | 4,16 b | 4,86 ab | | 4,40 ab | 5,49 a | 3,50 b | | 4,00 b | 5,10 a | | 4,00 b | 5,70 a |
| <i>Agathis ovata</i> | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| <i>Alphitonia neocaledonica</i> | 6,00 ab | 5,38 b | 5,58 b | 6,50 ab | 5,25 b | 5,29 b | 8,71 a | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| <i>Araucaria luxurians</i> | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| <i>Araucaria nemorosa</i> | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| <i>Carpolepis laurifolia</i> | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | 5,66 b | 4,22 b | 4,80 b | 6,25 b | 6,22 b | 7,00 b | 12,60 a |
| <i>Casuarina collina</i> | 8,69 c | 9,83 bc | 9,51 bc | 13,75 bc | 14,50 bc | 18,22 b | 48,05 a | 8,63 c | 6,67 c | 6,60 c | 14,40 bc | 16,44 bc | 22,33 b | 54,70 a |
| <i>Grevillea exul rubiginosa</i> | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| <i>Gymnostoma deplancheanum</i> | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | 13,75 ab | 9,63 a | 16,40 ab | 14,00 ab | 17,70 ab | 14,70 ab | 24,56 a |
| Pour <i>Acacia spirorbis</i> , les essais sur milieux 2 et 5 n'ont pu être réalisés faute de matériaux NC et PN. | | | | | | | | | | | | | | |
| Espèces arborescentes introduites | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Acacia auriculiformis</i> | 9,38 b | 7,00 b | 10,43 b | 11,17 b | 9,83 b | 10,60 b | 34,25 a | 2,00 b | 1,33 b | 1,86 b | 3,50 b | 3,50 b | 6,00 b | 22,00 a |
| <i>Calliandra calothyrsus</i> | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| <i>Eucalyptus robusta</i> | 19,56 b | 16,70 b | 16,50 b | 22,13 ab | 23,10 ab | 29,90 ab | 36,78 ab | 10,44 b | 10,90 b | 11,25 b | 14,75 ab | 12,40 b | 18,90 ab | 23,00 a |
| <i>Paraserianthes falcata</i> | ns | | ns | ns | | ns | ns | 2,75 b | | 3,88 b | 3,78 b | | 4,33 ab | 6,00 a |
| <i>Sesbania sesban</i> | 40,50 ab | 23,17 b | 52,33 a | 39,00 ab | 40,29 ab | 40,00 ab | 56,38 a | 3,43 b | 1,67 bc | 8,50 a | 7,14 ab | 5,57 ab | 4,40 ab | 6,38 ab |
| Pour <i>Paraserianthes falcata</i> , les essais sur milieux 2 et 5 n'ont pu être réalisés faute de matériaux NC et PN. | | | | | | | | | | | | | | |
| Espèces à valeur économique | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Coffea (Café)</i> | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| <i>Manihot utilisima</i> | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| <i>Musa (bananier)</i> | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| <i>Zea mays</i> | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |

ns: non significatif.

Les lettres correspondent aux groupes significativement différents ($p < 0,05$).